

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 82400691.0

51 Int. Cl.³: **H 01 P 7/10**

22 Date de dépôt: 16.04.82

30 Priorité: 21.04.81 FR 8107919

71 Demandeur: **THOMSON-BRANDT, 173, Boulevard Haussmann, F-75360 Paris Cedex 08 (FR)**

43 Date de publication de la demande: 03.11.82
Bulletin 82/44

72 Inventeur: **Luong, Thierry, THOMSON-CSF SCPI 173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

84 Etats contractants désignés: **DE GB IT NL SE**

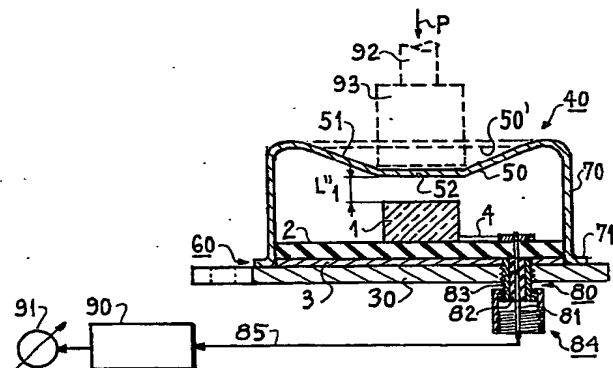
74 Mandataire: **Grynwald, Albert et al, THOMSON-CSF SCPI 173, Bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

54 **Résonateur diélectrique réglable, notamment pour oscillateur hyperfréquence, et procédé de réglage d'un tel résonateur.**

57 **Oscillateur hyperfréquence stabilisé par un résonateur diélectrique.**

Cet oscillateur contenu dans un boîtier métallique (60) étanche, est réglable définitivement par la déformation permanente de la zone du plafond (50') qui se trouve située au-dessus du résonateur diélectrique (1), de manière à établir une distance (L''_1) séparant cette zone, obtenue par la transformation du plafond plan (50') en une cuvette (52), de la face supérieure du résonateur (1) qui correspond à la fréquence désirée.

Application notamment à des oscillateurs locaux équipant des têtes haute-fréquence extérieures de récepteurs de signaux émis par satellite.



EP 0 064 000 A1

RESONATEUR DIELECTRIQUE REGLABLE, NOTAMMENT
POUR OSCILLATEUR HYPERFREQUENCE, ET PROCEDE
DE REGLAGE D'UN TEL RESONATEUR

La présente invention concerne les résonateurs diélectriques
5 réglables, notamment pour un oscillateur hyperfréquence qui comprend en
outre des éléments actifs ou passifs dont le résonateur stabilise la
fréquence d'oscillation. Les éléments actifs d'un tel oscillateur sont, de
préférence, à semiconducteur, tels que des diodes à résistance négative
connues, par exemple du type à avalanche, à temps de transit, à effet
10 GUNN ou READ, ou des transistors à effet de champ (à arséniure de
gallium par exemple) ou bipolaires. Ses éléments passifs sont, de
préférence, de circuits à constantes réparties du type "microbande".
L'invention concerne, plus particulièrement, un procédé et un moyen pour
le réglage définitif de la fréquence d'un tel oscillateur, contenu de
15 manière inaccessible dans un boîtier métallique fermé, pouvant être rendu
étanche.

Par l'expression "hyperfréquence", on comprendra dans ce qui suit
des fréquences supérieures à 1 GHz.

Des résonateurs diélectriques réalisés en un matériau céramique à
20 constante diélectrique (ou permittivité) relative élevée (par rapport à
celle de l'air ou du vide) sont bien connus, par exemple, de la publication
GB-A-752 467, où l'on a préconisé l'utilisation de titanates, notamment de
baryum (BaTiO_3) ou de strontium (SrTiO_3) ou de leurs mélanges, connus,
dans la construction de condensateurs céramiques, pour leurs permit-
25 tivities élevées, ainsi que pour leurs effets piézo- et ferroélectriques
(amplificateurs, modulateurs diélectriques et convertisseurs mécano-
électriques). Plus récemment, on préfère utiliser des matériaux céra-
miques du genre oxyde métallique, notamment de titane (TiO_2), de zinc
(ZnO), de baryum (BaO), de magnésium (MgO appelé magnésie), d'étain
30 (SnO_2), de zirconium (ZrO_2 appelé zircone) ou des mélanges de ces oxydes,
par exemple, de permittivité relative moins élevée (entre 30 et 40), qui
assurent des pertes plus faibles et une meilleure stabilité en température

de la fréquence de résonance du résonateur. Les dimensions réduites de ces résonateurs diélectriques par rapport à celles des cavités métalliques creuses, facilitent leur utilisation en tant qu'éléments résonnants passifs dans des circuits hyperfréquence hybrides ou intégrés ("microwave integrated circuits" ou "MIC" en anglais) utilisant la technique "microbande" ("microstrip" en anglais) pour réaliser des réactances à constantes réparties. L'utilisation d'un résonateur diélectrique pour la stabilisation d'un oscillateur hyperfréquence a été décrit, notamment, dans les publications FR-A- 2 376 554, 2 436 527 et 2 438 937, en ce qui concerne des circuits du type "microbande", et, notamment, dans la publication US-A-4 008 446, en cas d'utilisation de guides d'ondes et de cavités métalliques.

En ce qui concerne les procédés pour faire varier la fréquence de résonance d'un résonateur diélectrique, l'un d'eux se trouve décrit aux pages 184 et 185 de la publication américaine "1974 IEEE International Solid-State Circuits Conference, Digest of Technical Papers", Vol. XVII, dans un résumé de la conférence de G.SATOH intitulée "STABILIZED MICROSTRIP OSCILLATOR USING A TEMPERATURE-STABLE DIELECTRIC RESONATOR" qui a eu lieu le 15 février 1974. On y décrit des oscillateurs hyperfréquence à diode GUNN, et on montre sur la figure 2, schématiquement une méthode pour régler la fréquence de résonance d'un résonateur diélectrique de forme cylindrique, au moyen d'une vis métallique située au-dessus de sa face supérieure, de façon à faire varier la distance entre cette face et la surface métallique du fond de la vis. On y voit également que la fréquence varie en fonction inverse de cette distance. La gamme de variation utile de cette fréquence de résonance est de 120 MHz environ pour une puissance d'au moins 40mW.

Un procédé analogue a été décrit aux pages 168 et 169 de la publication américaine "1977 IEEE International Solid-State Circuits Conference Digest of Technical Papers," Vol. XX, dans le résumé de la conférence de H. ABE, Y. TAKAYAMA, A.HIGASHISAKA et H.TAKAMIZAWA intitulée "A STABILIZED, LOW-NOISE GaAs FET INTEGRATED OSCILLATOR WITH A DIELECTRIC RESONATOR AT C-BAND" qui s'est tenue le 17 février 1977, ou dans un article des mêmes

auteurs aux pages 156 à 161 de la revue américaine "IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES", Vol. MTT- 26, N° 3, de mars 1978. Dans ces publications, l'oscillateur hyperfréquence comprend un transistor à effet de champ en arséniure de gallium, monté en source commune, et un résonateur diélectrique (composé principalement de BaTi_4O_9) dont la fréquence de résonance peut être ajustée à l'aide d'une vis coulissante portant une plaque métallique déplaçable de façon à faire varier la distance entre sa face inférieure et la face supérieure du résonateur, illustré sur la figure 1 (a). La gamme de variation de la fréquence d'oscillation atteint ici au moins 800 MHz. Du fait que l'accord est effectué par le déplacement d'une vis ou d'une plaque métallique, la résistance du mécanisme d'accord aux vibrations et aux chocs, ainsi que sa stabilité en température pour des écarts importants (de -30°C à $+40^\circ\text{C}$, par exemple), laissent à désirer. De plus l'étanchéité du mécanisme de réglage ne peut être assurée qu'à un prix de revient relativement élevé.

Un autre procédé pour accorder, c'est-à-dire faire varier la fréquence de résonance, d'un résonateur diélectrique, a été proposé aux pages 197 à 199 de la publication américaine "1979 IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest", dans un résumé de la conférence de T.SAITO, Y.ARAI, H.KOMIZO, Y.ITOH et T.NISHIKAWA, intitulée "A₆-GHz HIGHLY STABILIZED GaAs FET OSCILLATOR USING A DIELECTRIC RESONATOR". Ce nouveau procédé permet une gamme de variation 50 MHz environ et assure une meilleure stabilité en température que les mécanismes à vis ou à plaque métallique décrits ci-dessus. L'oscillateur qui y a été décrit comporte un amplificateur équipé d'un transistor à effet de champ en arséniure de gallium et muni d'une boucle de réaction sélective comprenant un résonateur diélectrique en forme d'anneau (en un mélange de SnO_2 , de TiO_2 et de ZrO), logé verticalement et centré dans une cavité métallique au moyen d'une entretoise en céramique (2MgO SiO_2), ce qui contribue à améliorer sa stabilité en température. Ce résonateur annulaire est muni d'un trou excentré qui le traverse de part en part et dans lequel peut être insérée une tige cylindrique du même matériau diélectrique que le résonateur. La

profondeur de l'insertion de la tige dans le trou fait varier la fréquence de l'oscillateur (pour des profondeurs d'insertion allant de 0 à 3 mm, la fréquence varie sensiblement entre 6,1 et 5,9 MHz). La résistance mécanique peu élevée du mécanisme du déplacement axial de la tige aux vibrations, et celle de la tige en céramique elle-même aux chocs, exige des manipulations du dispositif avec précaution, et son étanchéité, du fait de la présence d'une pièce mobile, est difficilement réalisable et implique, de ce fait, un coût élevé.

Le calcul de la fréquence de résonance dans le mode $TE_{01\delta}$ d'un résonateur diélectrique cylindrique dans un circuit de type "microbande", où il est posé sur l'une des faces d'un substrat isolant en céramique (alumine) ayant une permittivité relative ϵ_p différente de celle ϵ_r du matériau constitutif du résonateur dont la face supérieure est disposée à une distance prédéterminée d'une plaque conductrice formant couvercle, a été effectué par M.W. POSPIESZALSKI et publié dans le compte-rendu aux pages 168 à 175 de la publication en langue anglaise "7TH EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE, CONFERENCE PROCEEDINGS" de Septembre 1977, ou aux pages 233 à 238 de la revue américaine "IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES", Volume MTT-27, N°3, de mars 1979. On y retrouve également le réglage de l'accord par vis (figure 5, page 236). Un des paramètres permettant de déterminer la fréquence de résonance du résonateur est le rapport entre la distance qui sépare sa face supérieure du couvercle et sa propre hauteur, d'où il découle que le choix de la hauteur du boîtier métallique formant écran, qui contient l'ensemble du circuit en "microbande" et qui en est recouvert, permet de déterminer la fréquence d'oscillation de l'oscillateur, qui n'est alors pas ajustable. Une telle conception du circuit, sans autre disposition pour le réglage de la fréquence, exige des tolérances de fabrication qui nécessitent un usinage individuel de précision, trop coûteux pour la fabrication en grande série, mais permet une utilisation en faible quantité, car en choisissant le matériau du boîtier en un alliage dont le coefficient de dilatation thermique est comparable à celui du matériau céramique du résonateur, on obtient une très bonne stabilité en température, une résistance aux chocs et vibrations méca-

nique et une étanchéité (herméticité) excellente.

La présente invention permet d'éviter les inconvénients des solutions de l'état de la technique susmentionné, tout en permettant d'assurer simultanément l'étanchéité et l'ajustabilité de la fréquence par un moyen mécanique avec une stabilité en température satisfaisante et un prix de revient adapté à une utilisation par le grand public.

Suivant l'invention, un résonateur diélectrique réglable, du type comprenant un résonateur diélectrique contenu dans un boîtier conducteur fermé comportant un plafond sensiblement plan et parallèle à la face supérieure du résonateur, est principalement caractérisé en ce que le plafond du boîtier peut être déformé pour en rapprocher de la face supérieure du résonateur la partie adjacente de celui-ci sans déformer les autres parties du boîtier, ce qui augmente la fréquence de résonance du résonateur jusqu'à la valeur de réglage désirée.

Un autre objet de l'invention est le procédé de réglage de la fréquence de fonctionnement de ce résonateur. Ce procédé de réglage ou d'ajustement définitif de la fréquence de résonance d'un résonateur diélectrique est applicable à tout élément sélectif utilisant de tels résonateurs (filtres par exemple).

L'invention sera mieux comprise, et d'autres caractéristiques et avantages ressortiront de la description qui suit et des dessins ci-annexés, s'y rapportant, sur lesquels :

- la figure 1 est une coupe axiale partielle en élévation d'un boîtier contenant un résonateur diélectrique dans un circuit du type "microbande" ou un circuit intégré hyperfréquence (MIC), sans moyens mécaniques de réglage de sa fréquence de résonance ;

- la figure 2 est une coupe axiale en élévation analogue à la figure 1, où le résonateur diélectrique est associé à un moyen mécanique de réglage de sa fréquence de résonance, selon l'état de la technique susmentionné ;

et

- la figure 3 est une coupe axiale partielle en élévation d'un mode de réalisation des moyens de réglage définitif de la fréquence de résonance du résonateur diélectrique, suivant l'invention.

Sur la figure 1, on a représenté en 1 le résonateur diélectrique sous

la forme la plus courante qui consiste en un petit cylindre plein en un matériau (céramique) à permittivité relative (ϵ_r) élevée et à faibles pertes diélectriques ($\text{tg } \delta$). D'autres formes, telles que cubique, parallélépipédique ou tubulaire (annulaires), peuvent être utilisées, qui ont été
5 mentionnées notamment dans l'article de S.B. COHN aux pages 218 à 227 de la revue américaine "IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES", Vol. MTT-16, N°4, d'Avril 1968 (voir page 220, figure 1), où l'on a illustré également la configuration des champs électrique et magnétique (lignes de force) dans le mode fondamental
10 (TE 01 δ). Le fait que les lignes de force magnétiques débordent de la surface du corps du résonateur facilite son couplage magnétique réciproque avec un conducteur disposé à proximité, dans un plan normal à l'axe de sa paroi cylindrique, ou avec une boucle à l'axe parallèle ou coaxiale avec cet axe (voir également dans les publications FR-A-2 376 554 et 2 438 937
15 précitées).

On remarquera ici que la fréquence de résonance d'un résonateur diélectrique cylindrique dépend notamment, de ses dimensions (par exemple, pour un diamètre de 5 mm et une hauteur de 3 mm, on obtient une fréquence de résonance propre de l'ordre de 11 GHz).

20 Le résonateur diélectrique 1 est placé ici dans son environnement courant qui est constitué par un circuit hyperfréquence à "microbandes" ou un circuit intégré microondes (MIC) qui comporte un substrat 2 plan en un matériau isolant diélectrique (de préférence à faibles pertes), d'épaisseur L_2 et de constante diélectrique ϵ_p prédéterminées, tel qu'une
25 des plaques de silice (SiO_2) ou d'alumine (Al_2O_3), par exemple. Le substrat 2 est entièrement recouvert sur l'une des ses faces (inférieure) d'une couche métallique conductrice 3 formant plan de masse. Le circuit hyperfréquence (à constantes réparties) prend la forme de bandes ou rubans 4 en matériau métallique conducteur recouvrant en partie l'autre
30 face (supérieure) du substrat 2, dont l'épaisseur L_2 ainsi que la permittivité relative ϵ_p , contribue, conjointement avec la largeur w des bandes conductrices 4, à déterminer l'impédance caractéristique Z_0 des tronçons de ligne de transmission asymétriques ainsi formés.

Sur la face (supérieure) du substrat 2 portant les bandes

conductrices 4, qui y ont été déposées par photolithographie ou tout autre procédé connu de la fabrication des circuits imprimés ou intégrés (verniss photosensible), on fixe la base inférieure plane du résonateur diélectrique 1 cylindrique de longueur (hauteur) L et de diamètre D calculés, par exemple, à l'aide des formules de POSPIESZALSKI publiées dans les publications susmentionnées, en tenant également compte de permittivités relatives ϵ_r et ϵ_p respectives du résonateur 1 et du substrat 2, de l'épaisseur L_2 de ce dernier et de la distance L_1 qui sépare la face supérieure plane du résonateur 1 de la plaque métallique 5 conductrice qui constitue le couvercle du boîtier 6 contenant l'oscillateur hyperfréquence, pour obtenir la fréquence de résonance F_0 désirée. Comme les valeurs calculées ne correspondent qu'approximativement à cette valeur désirée, le seul terme variable qui subsiste après la réalisation et le montage des composantes est cette distance L_1 qu'il faudra alors ajuster en réduisant la hauteur des parois latérales 7 du boîtier 6 jusqu'à l'obtention de la fréquence F_0 de l'onde fournie par l'oscillateur (non représenté). Pour permettre un usinage de précision (fraisage), le boîtier 6 doit avoir des parois latérales épaisses afin qu'il soit suffisamment rigide. L'étanchéité du boîtier 6 peut être assurée à l'aide d'un joint en caoutchouc s'insérant dans une gorge pratiquée dans la tranche supérieure des parois latérales 7 ou par la soudure ou brasure d'un couvercle 5 sur cette tranche. Le prix de revient d'un tel oscillateur hyperfréquence à fréquence non réglable, mais ajustée avec précision, est élevé et son industrialisation difficile. Dans le compte rendu de la conférence de S. SHINOZAKI, T. HAYASAKA et K. SAKAMOTO, publié aux pages 294 à 296 de la publication américaine "1978 IEEE MTT-S International Microwave Symposium Digest", ainsi que dans la publication FR-A-2 438 937, on a proposé un réglage électrique de la fréquence de résonance du résonateur 1 à l'aide d'une diode à capacité variable permettant de faire varier la fréquence de résonance d'un tronçon de ligne à microbande, couplé au résonateur 1.

La figure 2 représente, en coupe axiale en élévation, un résonateur diélectrique 1 dans son environnement de la figure 1 et muni d'un dispositif mécanique de réglage de sa fréquence de résonance selon l'état

de la technique antérieure, connu notamment des comptes rendus des conférences de SATOH, de ABE et al. et de l'article de POSPIESZALSKI.

Le couvercle ou plafond 5 du boîtier 6 doit, dans ce cas, présenter une épaisseur suffisante pour pouvoir supporter le mécanisme 8 commandant les déplacements du dispositif d'accord constitué ici par une plaque métallique 9 discoforme dont la face inférieure plane 10 est parallèle à la base supérieure plane du résonateur cylindrique 1. Le disque 9 est aligné axialement aligné avec le résonateur 1 et présente un diamètre, de préférence, au moins égal à celui de ce dernier. Il peut être réalisé en un matériau analogue à celui utilisé pour le boîtier 6, tel que du cuivre ou qu'un alliage de cuivre (avec du zinc - laiton, ou avec d'autres métaux - bronze) éventuellement recouverts sur les faces internes d'une mince couche d'argent ou d'or, par exemple. Le mécanisme 8 comporte une vis métallique 11 qui est vissée dans le trou taraudé 12 d'un écrou 13 métallique, soudé ou brasé à la paroi supérieure (plafond) 5 du boîtier 6. Ce trou peut être percé et taraudé dans cette paroi même. L'extrémité inférieure de la vis 11 pénètre à l'intérieur du boîtier 6 où elle est réunie, par brasage ou soudure par exemple, à la face supérieure de la plaque 9. La paroi supérieure 5 du boîtier 6 peut être munie d'une cavité cylindrique 14 permettant d'y escamoter le disque 9 (voir les publications d'ABE et al.), afin d'étendre la gamme de variation des fréquences vers le bas. La rotation de la vis 11 dans les sens de la double flèche F permet d'ajuster la distance L'_1 qui sépare la face inférieure 10 du disque métallique 9 de la face supérieure du résonateur cylindrique 1.

L'oscillateur hyperfréquence agencé conformément à la présente invention est destiné, notamment, à équiper la tête haute- fréquence d'un récepteur d'ondes électromagnétiques modulées, retransmises ou émises par un émetteur de liaison hertzienne, notamment par un satellite émettant dans la bande des 12 GHz, en tant qu'oscillateur local à fréquence fixe. Cette tête haute-fréquence qui comprend, en outre, un premier mélangeur ou convertisseur hétérodyne hyperfréquence que cet oscillateur alimente, ainsi qu'un amplificateur de ces ondes reçues, transposées par ce premier mélangeur ou convertisseur, est contenue dans un boîtier monté sur le réflecteur parabolique d'une antenne de réception

située à l'extérieur.

Ce boîtier, et la tête haute fréquence qu'il contient, doivent pouvoir supporter, de ce fait, des intempéries, des variations extrêmes de la température, de l'humidité ambiante et des vibrations causées par les vents, tout en conservant un fonctionnement fiable et, notamment, une fréquence d'oscillateur local relativement stable puisqu'aucune commande automatique de la fréquence n'y est prévue (voir, par exemple, l'article de HAWKER aux pages 27 à 35 de la revue britannique "IBA Technical Review" de juillet 1978 ou l'article de FREEMAN aux pages 234 à 236 de la revue britannique "The Radio and Electronic Engineer", Vol. 47, N°5, de mai 1977). De ce qui précède, on peut voir aisément qu'un tel premier oscillateur local n'est pas accessible à l'utilisateur et malaisément même pour le personnel d'entretien. Il est à noter, en outre, que dans les formules de POSPIESZALSKI, les permittivités relatives du substrat (ϵ_p) et du résonateur (ϵ_r) sont définies par rapport à celle de l'air contenu dans le boîtier (6) qui varie avec son degré hygrométrique, c'est-à-dire son contenu de vapeurs d'eau. Il est donc indispensable qu'un oscillateur local faisant partie d'une unité extérieure (dite "OUTDOOR UNIT" en anglais) soit réglé à sa fréquence désirée une fois pour toutes et hermétiquement clos dans son boîtier particulier.

Ceci est obtenu à l'aide de la disposition suivant l'invention, illustrée sur la figure 3 et décrite ci-après.

La figure 3 illustre en coupe axiale partielle en élévation d'un mode de réalisation suivant l'invention des moyens de réglage définitif de la fréquence de résonance d'un résonateur diélectrique, simples et peu coûteux, vus sous un angle différent de celui des figures 1 et 2.

L'ensemble de l'oscillateur hyperfréquence stabilisé par le résonateur diélectrique 1 est contenu dans un boîtier 60 compact et étanche, semblable à ceux (du type T0-3, CB-19, CB-159) utilisés pour des transistors bisolaires de puissance. Ce boîtier 60 comporte une embase métallique 30 plate et épaisse et un couvercle en forme de coupelle ou pot 40 composé d'une paroi latérale cylindrique 70 et d'un fond plat formant plafond 50, réalisé en tôle métallique (emboutie). L'extrémité libre de sa paroi latérale ou jupe 70 est repliée pour former une lèvre 71 qui

- constitue une surface annulaire parallèle au fond 50 avant sa déformation (état non-déformé indiqué par des tirets 50'). Cette lèvre annulaire 71 est destinée à être soudée sur toute sa circonférence à la face supérieure de l'embase 30 après l'assemblage sur celle-ci du circuit "microbande" ou
- 5 intégré hyperfréquence (MIC) comprenant le substrat 2 avec son plan de masse 3 contigu à l'embase 30 (à laquelle il est éventuellement électriquement relié par un point de soudure), les microbandes 4 et les éléments actifs (transistor, diode à résistance négative) et passifs (condensateurs de découplage, selfs de choc, résistances ou charges adaptées) permettant la
- 10 polarisation des précédents, ainsi que le résonateur diélectrique 1. Pour réaliser cet oscillateur on peut utiliser toute configuration de l'état de la technique utilisant la technologie des circuits "microbande" ou "MIC". L'oscillateur doit comporter une traversée (passage) coaxiale étanche 80 permettant de fournir à l'extérieur l'onde hyperfréquence qu'il engendre.
- 15 Le problème à résoudre est d'accorder cet oscillateur hyperfréquence compact à la fréquence de fonctionnement désirée, postérieurement à son montage dans son boîtier 60 et à la fermeture étanche (hermétique) de celui-ci. Pour que cela soit possible, la hauteur de la jupe 70 du couvercle doit être telle que la distance initiale entre le plafond 50'
- 20 non-déformé donne une fréquence d'oscillation inférieure à celle que l'on doit obtenir par le réglage suivant l'invention.

- Le passage coaxial étanche 80 qui traverse l'embase 30 comporte un conducteur central (ou âme) 81 qui est relié ou couplé au circuit "microbande" et traverse le substrat 2 de part en part, à travers le milieu
- 25 d'une zone circulaire d'interruption du plan de masse 3 recouvrant la face inférieure du substrat 2. Une pièce isolante tubulaire 82 entoure ce conducteur central 81, et il est lui-même entouré d'un conducteur extérieur en forme de cylindre métallique rigide 83 dont l'extrémité supérieure est vissée de manière serrée dans un trou taraudé pratiqué dans
- 30 l'embase 30. L'extrémité inférieure du conducteur extérieur 83 porte une fiche coaxiale mâle 84 miniature. Pour obtenir une bonne étanchéité, la pièce isolante 81 peut être insérée à force dans le cylindre 83 qui l'entoure ou bien, si elle est réalisée avec une résine durcissable (polymérisante), introduite dans celui-ci sous forme liquide, par exemple. Il est

également possible de souder le conducteur extérieur 83 sur l'embase 30.

Pour effectuer le réglage définitif de la fréquence de l'oscillateur, on relie sa sortie hyperfréquence 80 (c'est-à-dire le conducteur central 81) à l'aide d'un câble coaxial 85 à un dispositif de mesure de fréquence 90 tel qu'un compteur électronique (muni d'un convertisseur hétérodyne, voir catalogue des appareils de mesure HEWLETT-PACKARD, édition 1977, pages 243 à 245), ou un ondemètre à cavité suivi d'un détecteur à diode ou d'un appareil de mesure de la puissance à thermistor, bolomètre ou thermocouple, dont la partie affichage est symbolisée par le repère 91.

Lorsque l'appareil de mesure de fréquence est mis sous tension, on applique les tensions de polarisation à l'élément actif de l'oscillateur contenu dans le boîtier 60 (par l'intermédiaire de broches non représentées) que l'on a préalablement placé dans une presse à commande manuelle, mécanique ou électrique, dont on a représenté la tige 92 et la mâchoire supérieure 93 par des tirets. La mâchoire inférieure de la presse n'a pas été représentée, car elle ne sert qu'à maintenir en position l'embase 30 qu'elle supporte.

L'application d'une pression dans la direction de la flèche P par la mâchoire supérieure mobile 93, alignée axialement avec le résonateur diélectrique 1, a pour effet de déformer le couvercle 40 du boîtier 60 de manière à y former une cuvette 51 dont le fond 52 est sensiblement parallèle à la face supérieure du résonateur 1, lorsque le diamètre de la mâchoire supérieure 93, également cylindrique, est supérieur à celui du résonateur 1.

Lorsque l'appareil 90, 91 indique que la fréquence désirée a été atteinte, on ôte la mâchoire 93 du couvercle 40 et l'on vérifie si la fréquence désirée se maintient. Ceci se produit soit lorsque le matériau métallique constitutif du couvercle est peu élastique, ou lorsque la déformation est suffisamment grande pour que sa limite d'élasticité ait été dépassée (cette considération intervient dans le choix de la hauteur de la paroi latérale 70 du couvercle 40).

Lorsqu'à la suite du retrait de la mâchoire 93, il y a une variation (diminution) de la fréquence fournie par l'oscillateur, on mesure l'écart entre celle-ci et la fréquence désirée. Ensuite, on remet la mâchoire 93

en place et on réapplique la pression jusqu'à ce qu'une fréquence égale à la somme de la fréquence désirée et de l'écart mesuré soit affichée ou mesurée. Après un nouveau retrait de la mâchoire 93, on obtient alors avec une très grande probabilité la fréquence désirée avec une tolérance

5 satisfaisante (que l'on peut lire sur l'appareil de mesure). Il faut toutefois prendre soin de ne pas dépasser de trop la fréquence désirée lors de l'application ou de la réapplication de la pression, car il n'est pas possible de revenir à une fréquence inférieure sans démonter le couvercle 40 qui a déjà été soudé.

10 L'invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit et représenté sur la figure 3, mais s'étend également à d'autres formes de résonateurs diélectriques, de boîtiers et de couvercles. Notamment, il est possible d'utiliser des résonateurs à base carrée ou rectangulaire, par exemple. En ce qui concerne le matériau constitutif du résonateur 1, on

15 peut notamment avantageusement utiliser du titanate de zirconium. Le boîtier 6 ou 60 contenant l'oscillateur peut être cylindrique creux avec la base et les parois latérales métalliques rigides (du fait de leur épaisseur) et comporter un couvercle plat en forme de disque, soudé sur le pourtour de la tranche de la paroi latérale, formé d'un matériau d'épaisseur (de

20 tôle) suffisamment réduite pour être déformable de manière permanente.

Il est également possible d'utiliser un boîtier parallélépipédique à parois latérales rigides avec un couvercle en tôle rectangulaire ou carré, fixé par des vis et avec un joint d'étanchéité, ou soudé à la paroi latérale. La traversée coaxiale étanche peut être montée de manière à traverser

25 non pas le fond (embase) du boîtier, mais l'une de ses parois latérales. Il est également avantageux de repérer, sur la surface extérieure du couvercle, la verticale de la circonférence du résonateur diélectrique, afin d'appliquer la pression le déformant à l'endroit le plus adapté. D'autres formes de la mâchoire mobile de la presse peuvent être utilisées,

30 car il n'est pas nécessaire que la cuvette présente un fond plat, ni que sa forme soit adaptée à celle du résonateur.

L'utilisation pour le boîtier d'un alliage métallique conducteur ayant un coefficient de dilatation thermique faible proche de ceux des céramiques est également avantageux pour la stabilité en température.

Par ailleurs, le couplage de l'oscillateur avec son circuit de charge, tel qu'un mélangeur hétérodyne ou amplificateur paramétrique, par exemple, ne s'effectue pas nécessairement au moyen d'une fiche coaxiale miniature 84 terminant le passage étanche 80, mais, par exemple
5 également au moyen d'une sonde coaxiale ("probe" en anglais) ayant une âme métallique (81) et un fourreau cylindrique en matériau isolant (polytétrafluoroéthylène, par exemple) à l'endroit de l'extrémité du conducteur central qui s'insère dans un guide d'onde.

Il est à noter ici que le boîtier 60, avant d'être complètement fermé,
10 peut être pompe par une pompe à vide ou rempli de gaz ou d'air sec (étuvage).

Le procédé de réglage définitif de la fréquence de résonance d'un résonateur diélectrique, par la déformation du boîtier qui est l'un des objets de l'invention, s'applique non seulement à des oscillateurs hyper-
15 fréquence à circuits en "microbande" et stabilisés au moyen de ce résonateur, mais également aux réglages d'éléments sélectifs passifs, tels que des filtres passe-bande ou de réjection de bande utilisant de tels résonateurs, ainsi qu'à des amplificateurs hyperfréquence sélectifs ayant de tels résonateurs couplés à leurs circuits d'entrée et/ou de sortie et/ou
20 de contre-réaction. Toutefois, comme les filtres passifs ou actifs (amplificateurs sélectifs) ne sont pas supposés engendrer des oscillations, il est alors nécessaire de relier leur entrée à un générateur de signaux (d'ondes) hyperfréquence (voir catalogue HEWLETT-PACKARD précité, pages 345 à 347) ou à un oscillateur modulé en fréquence ("wobulateur" ou en
25 anglais "SWEEP OSCILLATOR" - voir même catalogue pages 355-369), les premiers étant associés à des détecteurs ou des appareils de mesure de puissance à thermocouple ou thermistance (bolomètre) susmentionnés et les seconds à des oscilloscopes pour visualiser la caractéristique amplitude-fréquence.

30 Lorsque le circuit sélectif à accorder comporte plusieurs résonateurs diélectriques, ceux-ci sont, de préférence, situés dans des compartiments séparés par des cloisons métalliques et le capot ou couvercle recouvrant chacun de ces résonateurs ou compartiments doit être déformable de manière indépendante pour que les réglages soient

précis.

Le produit (oscillateur ou filtre passif ou actif) ainsi obtenu sera compact, solide et indéréglable par des moyens courants avec un prix de revient réduit qui se prête à la fabrication en grande série. Le procédé de réglage, objet de l'invention, se prête à l'automatisation de l'accord final (définitif) à la fabrication.

On peut également noter ici que, en ce qui concerne le boîtier 60 du type utilisé dans l'oscillateur de la figure 3, on peut utiliser pour la réalisation du capot 40 de la feuille (tôle) un alliage d'aluminium (avec du cuivre et/ou du silicium et/ou du manganèse et/ou du magnésium), tel que celui appelé "DURAL" ou "DURALUMIN", par exemple, d'épaisseur comprise entre 0,3 et 0,5 mm, de préférence. On peut également utiliser une tôle en acier inoxydable, de préférence, austénitique d'épaisseurs comparables (de quelques dixièmes de millimètres), en recouvrant avantageusement les faces internes du capot 40 d'une couche de métal meilleur conducteur que le fer (argent, or, platine ou cuivre). En ce qui concerne l'embase 30 d'épaisseur plus importante (de quelques millimètres), il est avantageux d'utiliser un alliage de cuivre, tel que le bronze ou le laiton, ou de l'aluminium, par exemple.

REVENDICATIONS

1. Résonateur diélectrique réglable, du type comprenant un résonateur diélectrique (1) contenu dans un boîtier conducteur fermé (60) comportant un plafond (50) sensiblement plan et parallèle à la face supérieure du résonateur, caractérisé en ce que le plafond (50) du boîtier
5 peut être déformé pour en rapprocher de la face supérieure du résonateur (1) la partie adjacente de celui-ci sans déformer les autres parties du boîtier, ce qui augmente la fréquence de résonance du résonateur jusqu'à la valeur de réglage désirée.

2. Résonateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que le
10 boîtier comprend une embase (30) sur laquelle repose le résonateur diélectrique (1), et un capot (60) formé d'une jupe latérale (70) fixée sur l'embase et surmontée dudit plafond (50); l'épaisseur du plafond permettant qu'il soit déformé de manière permanente lorsque la fréquence de réglage est obtenue, par dépassement de la limite élastique du matériau
15 qui le compose.

3. Résonateur selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un circuit microbande formé d'un substrat (2) reposant par une face munie d'un plan de masse (3) sur l'embase et supportant sur l'autre face le résonateur diélectrique (1) et un ensemble de tronçons de
20 ligne (4) formant un circuit dans lequel est inséré le résonateur diélectrique; ce circuit étant réuni à des moyens de couplage (80, 84) avec l'extérieur.

4. Résonateur selon la revendication 3, caractérisé en ce que le circuit formé par les tronçons de ligne (4) est un oscillateur hyper-
25 fréquence dont le résonateur diélectrique (1) stabilise la fréquence de l'oscillation.

5. Procédé de réglage d'un résonateur diélectrique réglable selon l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

30 - on réunit les moyens de couplage (80, 84) à des moyens d'alimentation (90), et des moyens de mesure (91) d'un paramètre caractéristique du réglage du résonateur ;

- on exerce une pression progressive sur le plafond (50) du résonateur ce qui le déforme en faisant varier ledit paramètre caractéristique ;
- on cesse d'exercer la pression lorsque la valeur du paramètre correspondant au réglage désiré est atteinte.

5 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes supplémentaires suivantes :

- après le retrait de la pression sur le plafond (50), on mesure l'écart entre la valeur du paramètre atteinte sous pression et la valeur résiduelle lorsque la pression est retirée ;
- 10 - on exerce de nouveau une pression progressive sur le plafond jusqu'à atteindre une valeur du paramètre égale à la valeur atteinte lors de la première pression augmentée dudit écart ;
- on supprime définitivement cette pression.

0064000



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 82 40 0691

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 3)
Y,D	FR-A-2 376 554 (THOMSON-CSF) *En entier*	1-6	H 01 P 7/10
Y	US-A-2 874 327 (R.A. LA PLANTE) *En entier*	1,2,5,6	
A	FR-A-1 075 057 (CSF)		
A	FR-A-1 415 052 (LITTON) *Figure 12*		
A	US-A-4 020 428 (L.O.FRIEND et al.) *Abrégé; figures 1 et 3*		
A	US-A-4 019 161 (K. KIMURA et al.) *Abrégé; figures 3 et 6*		H 01 P H 03 B
A	US-A-2 428 037 (W. VAN B. ROBERTS et al.)		
A	US-A-2 549 499 (E.D.McARTHUR)		
A	US-A-2 528 387 (K.F. NIESSEN)		
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27-07-1982	Examineur LAUGEL R.M.L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

28 03 1983 03 82



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0064000

Numéro de la demande

EP 82 40 0691

Page 2

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 7)
A	US-A-3 560 885 (G. CHAO) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 7)
Le present rapport de recherche a ete etabli pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 27-07-1982	Examineur LAUGEL R.M.L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arriere-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : theorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cite dans la demande L : cite pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

CI (Form 540) 03/82